

Rec'd PCT/PTO 07 JUL 2005

PCT/JP 03/16843

25.12.03

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

10/541590

REC'D 19 FEB 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月 8日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-001972
[ST. 10/C]: [JP2003-001972]

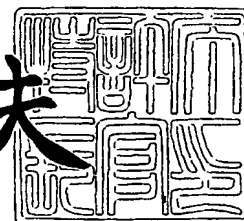
出 願 人
Applicant(s): ダイキン工業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 SD021090
【提出日】 平成15年 1月 8日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 F25B 1/00
F25B 29/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会
社 堺製作所 金岡工場内

【氏名】 銚谷 克己

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会
社 堺製作所 金岡工場内

【氏名】 森脇 道雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会
社 堺製作所 金岡工場内

【氏名】 岡本 昌和

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会
社 堺製作所 金岡工場内

【氏名】 熊倉 英二

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府堺市金岡町 1 3 0 4 番地 ダイキン工業株式会
社 堺製作所 金岡工場内

【氏名】 岡本 哲也

【特許出願人】

【識別番号】 000002853

【氏名又は名称】 ダイキン工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【選任した代理人】

【識別番号】 100110939

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100110940

【弁理士】

【氏名又は名称】 嶋田 高久

【選任した代理人】

【識別番号】 100113262

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 祐二

【選任した代理人】

【識別番号】 100115059

【弁理士】

【氏名又は名称】 今江 克実

【選任した代理人】

【識別番号】 100115691

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤田 篤史

【選任した代理人】

【識別番号】 100117581

【弁理士】

【氏名又は名称】 二宮 克也

【選任した代理人】

【識別番号】 100117710

【弁理士】

【氏名又は名称】 原田 智雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100121500

【弁理士】

【氏名又は名称】 後藤 高志

【選任した代理人】

【識別番号】 100121728

【弁理士】

【氏名又は名称】 井関 勝守

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0217867

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 冷凍装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 冷媒回路 (10) で冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷凍装置であって、

上記冷媒回路 (10) に設けられて高圧冷媒の膨張により動力を発生させる膨張機 (23) と、

上記冷媒回路 (10) に設けられると共に第 1 電動機 (31) 及び上記膨張機 (23) と連結され、該第 1 電動機 (31) 及び膨張機 (23) で発生した動力により駆動されて冷媒を圧縮する第 1 圧縮機 (21) と、

上記冷媒回路 (10) に第 1 圧縮機 (21) と並列に設けられると共に第 2 電動機 (32) と連結され、該第 2 電動機 (32) で発生した動力により駆動されて冷媒を圧縮する容量可変の第 2 圧縮機 (22) とを備えている冷凍装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の冷凍装置において、

冷凍サイクルの高圧が所定の目標値となるように第 2 圧縮機 (22) の容量を調節する制御手段 (50) を備えている冷凍装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の冷凍装置において、

冷媒回路 (10) における膨張機 (23) の入口側と出口側を連通させるバイパス通路 (40) と、

上記バイパス通路 (40) における冷媒流量を調節するための調節弁 (41) とを備えている冷凍装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の冷凍装置において、

冷凍サイクルの高圧が所定の目標値となるように第 2 圧縮機 (22) の容量と調節弁 (41) の開度とを調節する制御手段 (50) を備えている冷凍装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の冷凍装置において、

制御手段 (50) は、調節弁 (41) が全閉状態で冷凍サイクルの高圧が所定の目標値より低いときに第 2 圧縮機 (22) を運転して該第 2 圧縮機 (22) の容量調節

を行い、第2圧縮機(22)が停止状態で冷凍サイクルの高圧が所定の目標値より高いときに調節弁(41)を開いて該調節弁(41)の開度調節を行うように構成されている冷凍装置。

【請求項6】 請求項1, 2, 3, 4又は5に記載の冷凍装置において、
冷媒回路(10)には二酸化炭素が冷媒として充填され、冷媒回路(10)で冷媒を循環させて行われる冷凍サイクルの高圧が二酸化炭素の臨界圧力よりも高く設定されている冷凍装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、冷凍サイクルを行う冷凍装置に関し、特に、冷媒の膨張により動力を発生させる膨張機を備えるものに係る。

【0002】

【従来の技術】

従来より、閉回路である冷媒回路で冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷凍装置が知られており、空調機等として広く利用されている。この種の冷凍装置としては、例えば特許文献1に開示されているように、冷凍サイクルの高圧を冷媒の臨界圧力よりも高く設定したものが知られている。この冷凍装置は、スクロール型の流体機械により構成される膨張機を冷媒の膨張機構として備えている。そして、この膨張機と圧縮機を軸によって連結し、膨張機で得られた動力を圧縮機の駆動に利用してCOP(成績係数)の向上を図っている。

【0003】

特許文献1の冷凍装置において、膨張機を通過する冷媒の質量流量と圧縮機を通過する冷媒の質量流量とは常に等しくなる。これは、冷媒回路が閉回路だからである。一方、膨張機や圧縮機の入口における冷媒の密度は、冷凍装置の運転条件によって変化する。これに対し、特許文献1の冷凍装置では、膨張機と圧縮機が互いに連結されており、膨張機と圧縮機の押しのけ容積の比を変化させることはできない。このため、運転条件が変化すると冷凍装置の運転を安定して継続できなくなるという問題がある。

【0004】

この問題に対しては、特許文献2に開示されているように、冷媒回路に膨張機をバイパスするバイパス配管を設けるという対策が提案されている。つまり、膨張機の押しのけ量が不足する場合には、放熱後の冷媒の一部をバイパス管へ流入させることで冷媒の循環量を確保し、冷凍サイクルを安定して継続させるようにしている。

【0005】

ところが、冷凍装置の運転条件によっては、膨張機の押しのけ量が過剰となる場合もあり、この場合にも運転を安定して継続できなくなる。そこで、非特許文献1では、膨張機のバイパス配管だけでなく、膨張機の上流に膨張弁を設けることで、このような場合に対応している。つまり、膨張機へ向かう冷媒を膨張弁で減圧し、膨張機へ流入する冷媒の比体積を予め増大させておくことで、冷凍サイクルを安定して継続させるようにしている。

【0006】

【特許文献1】

特開平2001-107881号公報

【特許文献2】

特開平2001-116371号公報

【非特許文献1】

福田充宏、外2名、「圧縮機－膨張機一体形流体機械を組み込んだ二酸化炭素サイクルの理論性能」，第35回空気調和・冷凍連合講演会講演論文集，p. 57－60

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非特許文献1のように膨張機のバイパス配管と膨張機の上流の膨張弁とを冷媒回路に設けた場合、あらゆる条件で冷凍サイクルを安定して行うことは可能となるものの、膨張機において得られる動力が減少してしまい、冷凍装置の成績係数（COP）が低下するという問題がある。

【0008】

ここでは、上記の問題点について、図6を参照しながら説明する。尚、同図は、放熱器出口での高圧冷媒の温度及び圧力を一定とした場合における冷媒蒸発温度とCOPの関係を示している。また、放熱器から出た高圧冷媒の全てがそのままの状態で膨張機へ流入する状態を仮定すると、そのときに膨張機で得られる動力が最大となり、冷凍装置のCOPの最大となる。同図では、この仮定した理想状態の下における冷凍装置のCOPと冷媒蒸発温度の関係を二点差線で示している。

【0009】

仮に、膨張機と圧縮機の押しのけ容積を、冷媒蒸発温度0℃の運転条件に基づいて設定したとする。このとき、冷媒蒸発温度が0℃となる運転状態では、放熱器から出た全ての高圧冷媒がそのまま膨張機へ流入し、冷凍装置のCOPの最大となる。

【0010】

ところが、冷媒蒸発温度が0℃よりも高くなると、冷凍サイクルの低圧が上昇して圧縮機の入口における冷媒の密度が増大する。このため、圧縮機に比べて膨張機の押しのけ量が小さすぎる状態となり、放熱器から出た冷媒の一部をバイパス配管へ流入させる必要が生じる。従って、膨張機で得られる動力が低下し、図6に実線で示すように、冷凍機のCOPが理想状態の値に比べて低下してしまう。

【0011】

また、冷媒蒸発温度が0℃よりも低くなると、冷凍サイクルの低圧が低下して圧縮機の入口における冷媒の密度が減少する。このため、圧縮機に比べて膨張機の押しのけ量が大きすぎる状態となり、放熱器から出た冷媒を予め膨張弁で膨張させてから膨張機へ流入させる必要が生じる。従って、このときも膨張機で得られる動力が低下し、図6に実線で示すように、冷凍機のCOPが理想状態の値に比べて低下していた。

【0012】

本発明は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、如何なる運転条件においても冷凍装置の運転を可能とした上で、冷凍装置のCO

Pを向上させることにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、冷媒回路(10)で冷媒を循環させて冷凍サイクルを行う冷凍装置を対象としている。そして、上記冷媒回路(10)に設けられて高圧冷媒の膨張により動力を発生させる膨張機(23)と、上記冷媒回路(10)に設けられると共に第1電動機(31)及び上記膨張機(23)と連結され、該第1電動機(31)及び膨張機(23)で発生した動力により駆動されて冷媒を圧縮する第1圧縮機(21)と、上記冷媒回路(10)に第1圧縮機(21)と並列に設けられると共に第2電動機(32)と連結され、該第2電動機(32)で発生した動力により駆動されて冷媒を圧縮する容量可変の第2圧縮機(22)とを備えるものである。

【0014】

請求項2の発明は、請求項1に記載の冷凍装置において、冷凍サイクルの高圧が所定の目標値となるように第2圧縮機(22)の容量を調節する制御手段(50)を備えるものである。

【0015】

請求項3の発明は、請求項1に記載の冷凍装置において、冷媒回路(10)における膨張機(23)の入口側と出口側を連通させるバイパス通路(40)と、上記バイパス通路(40)における冷媒流量を調節するための調節弁(41)とを備えるものである。

【0016】

請求項4の発明は、請求項3に記載の冷凍装置において、冷凍サイクルの高圧が所定の目標値となるように第2圧縮機(22)の容量と調節弁(41)の開度とを調節する制御手段(50)を備えるものである。

【0017】

請求項5の発明は、請求項4に記載の冷凍装置において、制御手段(50)は、調節弁(41)が全閉状態で冷凍サイクルの高圧が所定の目標値より低いときに第2圧縮機(22)を運転して該第2圧縮機(22)の容量調節を行い、第2圧縮機(22)が停止状態で冷凍サイクルの高圧が所定の目標値より高いときに調節弁(41)

)を開いて該調節弁(41)の開度調節を行うように構成されるものである。

【0018】

請求項6の発明は、請求項1, 2, 3, 4又は5に記載の冷凍装置において、冷媒回路(10)には二酸化炭素が冷媒として充填され、冷媒回路(10)で冷媒を循環させて行われる冷凍サイクルの高圧が二酸化炭素の臨界圧力よりも高く設定されるものである。

【0019】

—作用—

請求項1の発明では、冷媒が冷媒回路(10)内を循環して圧縮、放熱、膨張、吸熱の各過程を順に繰り返し、冷凍サイクルが行われる。冷媒の膨張過程は、膨張機(23)において行われる。この膨張機(23)では、放熱後の高圧冷媒が膨張し、この高圧冷媒から動力が回収される。冷媒の圧縮過程は、第1圧縮機(21)又は第2圧縮機(22)で行われる。第1圧縮機(21)と第2圧縮機(22)の両方が運転されている状態において、吸熱後の冷媒は、その一部が第1圧縮機(21)へ吸入され、残りが第2圧縮機(22)へ吸入される。第1圧縮機(21)は、膨張機(23)で回収された動力と第1電動機(31)で発生した動力とによって駆動され、吸入した冷媒を圧縮する。一方、第2圧縮機(22)は、第2電動機(32)で発生した動力によって駆動され、吸入した冷媒を圧縮する。

【0020】

この請求項1の発明において、第1圧縮機(21)は膨張機(23)と連結されている。このため、冷凍装置の運転中において、第1圧縮機(21)は常に運転される。一方、第2圧縮機(22)は、膨張機(23)と連結されずに第2電動機(32)により駆動されると共に、その容量が変更可能となっている。冷凍装置の運転中において、第2圧縮機(22)は、その容量が適宜調節される。つまり、冷凍装置の運転中において、第2圧縮機(22)が停止していることもあり得る。

【0021】

請求項2の発明では、制御手段(50)が第2圧縮機(22)の容量を調節する。この制御手段(50)による第2圧縮機(22)の容量調節は、冷凍サイクルの高圧を所定の目標値とするために行われる。例えば、この制御手段(50)は、冷凍サ

イクルの高圧が目標値よりも高ければ、第2圧縮機(22)の容量を低下させる動作を行い、逆に冷凍サイクルの高圧が目標値よりも低ければ、第2圧縮機(22)の容量を増大させる動作を行う。

【0022】

請求項3の発明では、バイパス通路(40)と調節弁(41)とが冷媒回路(10)に設けられる。調節弁(41)が開いた状態において、放熱後の高圧冷媒は、その一部がバイパス通路(40)へ流入し、残りが膨張機(23)へ流入する。また、調節弁(41)の開度を変更すると、バイパス通路(40)に対する冷媒の流入量が変化する。

【0023】

請求項4の発明では、制御手段(50)が第2圧縮機(22)の容量と調節弁(41)の開度とを調節する。この制御手段(50)による第2圧縮機(22)の容量調節や調節弁(41)の開度調節は、冷凍サイクルの高圧を所定の目標値とするために行われる。例えば、この制御手段(50)は、冷凍サイクルの高圧が目標値よりも高ければ、第2圧縮機(22)の容量を低下させる動作や調節弁(41)の開度を拡大する動作を行い、逆に冷凍サイクルの高圧が目標値よりも低ければ、第2圧縮機(22)の容量を増大させる動作や調節弁(41)の開度を縮小する動作を行う。

【0024】

請求項5の発明では、制御手段(50)が次のような動作を行う。つまり、制御手段(50)は、第2圧縮機(22)と調節弁(41)の何れか一方に対する制御動作が不能となった場合だけ、他方に対する制御動作を行う。

【0025】

具体的に、調節弁(41)が開いた状態で冷凍サイクルの高圧が目標値よりも低い場合、制御手段(50)は、調節弁(41)の開度を絞ってゆく。そして、調節弁(41)が全閉となっても依然として冷凍サイクルの高圧が目標値よりも低い場合、制御手段(50)は、第2圧縮機(22)を起動してその容量調節を開始する。

【0026】

一方、第2圧縮機(22)が運転された状態で冷凍サイクルの高圧が目標値よりも高い場合、制御手段(50)は、第2圧縮機(22)の容量を低下させてゆく。そ

して、第2圧縮機(22)を停止させても依然として冷凍サイクルの高圧が目標値よりも高い場合、制御手段(50)は、調節弁(41)を開いてその開度調節を開始する。

【0027】

このように、請求項5の発明において、第2圧縮機(22)は調節弁(41)が全閉の時にだけ運転され、調節弁(41)は第2圧縮機(22)の停止中にだけ開かれる。

【0028】

請求項6の発明では、冷媒回路(10)の冷媒として二酸化炭素(CO_2)が用いられる。第1圧縮機(21)又は第2圧縮機(22)で圧縮された二酸化炭素は、その臨界圧力よりも高圧となる。また、膨張機(23)には、臨界圧力よりも高圧の二酸化炭素が流入する。

【0029】

【発明の実施の形態1】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0030】

図1に示すように、本実施形態1は、本発明に係る冷凍装置により構成された空調機である。この空調機は、冷媒回路(10)と制御手段であるコントローラ(50)とを備えている。そして、本実施形態の空調機は、冷媒回路(10)で冷媒を循環させ、冷房運転と暖房運転を切り換えて行うように構成されている。

【0031】

上記冷媒回路(10)には、二酸化炭素(CO_2)が冷媒として充填されている。また、冷媒回路(10)には、室内熱交換器(11)、室外熱交換器(12)、第1四路切換弁(13)、第2四路切換弁(14)、第1圧縮機(21)、第2圧縮機(22)、及び膨張機(23)が設けられている。

【0032】

上記室内熱交換器(11)は、いわゆるクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器により構成されている。室内熱交換器(11)へは、図外のファンによって室内空気が供給される。室内熱交換器(11)では、供給された室内空気と

冷媒回路 (10) の冷媒との熱交換が行われる。上記冷媒回路 (10) において、この室内熱交換器 (11) は、その一端が第 1 四路切換弁 (13) の第 1 のポートに配管接続され、その他端が第 2 四路切換弁 (14) の第 1 のポートに配管接続されている。

【0033】

上記室外熱交換器 (12) は、いわゆるクロスフィン型のフィン・アンド・チューブ熱交換器により構成されている。室外熱交換器 (12) へは、図外のファンによって室外空気が供給される。室外熱交換器 (12) では、供給された室外空気と冷媒回路 (10) の冷媒との熱交換が行われる。上記冷媒回路 (10) において、この室外熱交換器 (12) は、その一端が第 1 四路切換弁 (13) の第 2 のポートに配管接続され、その他端が第 2 四路切換弁 (14) の第 2 のポートに配管接続されている。

【0034】

上記第 1 圧縮機 (21) 及び第 2 圧縮機 (22) は、何れもローリングピストン型の流体機械により構成されている。つまり、これら 2 つの圧縮機 (21, 22) は、押しのけ容積が一定の容積形流体機械により構成されている。冷媒回路 (10) において、第 1 圧縮機 (21) と第 2 圧縮機 (22) とは、それぞれの吐出側が第 1 四路切換弁 (13) の第 3 のポートに配管接続され、それぞれの吸入側が第 1 四路切換弁 (13) の第 4 のポートに配管接続されている。このように、冷媒回路 (10) では、第 1 圧縮機 (21) と第 2 圧縮機 (22) が互いに並列接続されている。

【0035】

上記膨張機 (23) は、ローリングピストン型の流体機械により構成されている。つまり、この膨張機 (23) は、押しのけ容積が一定の容積形流体機械により構成されている。冷媒回路 (10) において、膨張機 (23) は、その流入側が第 2 四路切換弁 (14) の第 3 のポートに配管接続され、その流出側が第 2 四路切換弁 (14) の第 4 のポートに配管接続されている。

【0036】

尚、上記圧縮機 (21, 22) や膨張機 (23) について、これらを構成する流体機械はローリングピストン型に限定されない。つまり、例えばスクロール型の容積

形流体機械を圧縮機 (21, 22) や膨張機 (23) として用いてもよい。

【0037】

上記第1圧縮機 (21) は、駆動軸を介して膨張機 (23) 及び第1電動機 (31) と連結されている。この第1圧縮機 (21) は、膨張機 (23) での冷媒の膨張により得られた動力と、第1電動機 (31) へ通電して得られた動力との両方によって回転駆動される。また、1本の駆動軸で連結された第1圧縮機 (21) と膨張機 (23) は、それぞれの回転速度が常に等しくなる。つまり、第1圧縮機 (21) の押しのけ量と膨張機 (23) の押しのけ量の比は、常に一定となっている。

【0038】

一方、第2圧縮機 (22) は、駆動軸を介して第2電動機 (32) と連結されている。この第2圧縮機 (22) は、第2電動機 (32) へ通電することにより得られた動力だけによって回転駆動される。つまり、第2圧縮機 (22) は、第1圧縮機 (21) や膨張機 (23) と異なる回転速度で運転可能となっている。

【0039】

上記第1電動機 (31) 及び第2電動機 (32) には、それぞれに対して図外のインバータから所定周波数の交流電力が供給されている。第1電動機 (31) へ供給する交流の周波数と、第2電動機 (32) へ供給する交流の周波数とは、それぞれ個別に設定される。

【0040】

上記第1電動機 (31) へ供給する交流の周波数を変更すると、第1圧縮機 (21) 及び膨張機 (23) の回転速度が変化し、それに伴って第1圧縮機 (21) 及び膨張機 (23) の押しのけ量が変化する。つまり、第1圧縮機 (21) 及び膨張機 (23) の容量が可変となっている。一方、上記第2電動機 (32) へ供給する交流の周波数を変更すると、第2圧縮機 (22) の回転速度が変化し、それに伴って第2圧縮機 (22) の押しのけ量が変化する。つまり、第2圧縮機 (22) の容量が可変となっている。

【0041】

上述のように、第1四路切換弁 (13) は、第1のポートが室内熱交換器 (11) と、第2のポートが室外熱交換器 (12) と、第3のポートが第1及び第2圧縮機

(21, 22) の吐出側と、第 4 のポートが第 1 及び第 2 圧縮機 (21, 22) の吸入側とそれぞれ接続されている。この第 1 四路切換弁 (13) は、第 1 のポートが第 4 のポートと連通し且つ第 2 のポートが第 3 のポートと連通する状態 (図 1 に実線で示す状態) と、第 1 のポートが第 3 のポートと連通し且つ第 2 のポートが第 4 のポートと連通する状態 (図 1 に破線で示す状態) とに切り換わる。

【0042】

一方、第 2 四路切換弁 (14) は、第 1 のポートが室内熱交換器 (11) と、第 2 のポートが室外熱交換器 (12) と、第 3 のポートが膨張機 (23) の流入側と、第 4 のポートが膨張機 (23) の流出側とそれぞれ接続されている。この第 2 四路切換弁 (14) は、第 1 のポートが第 4 のポートと連通し且つ第 2 のポートが第 3 のポートと連通する状態 (図 1 に実線で示す状態) と、第 1 のポートが第 3 のポートと連通し且つ第 2 のポートが第 4 のポートと連通する状態 (図 1 に破線で示す状態) とに切り換わる。

【0043】

上記冷媒回路 (10) には、更にバイパス配管 (40) が設けられている。このバイパス配管 (40) は、その一端が膨張機 (23) の流入側と第 2 四路切換弁 (14) の間に接続され、その他端が膨張機 (23) の流出側と第 2 四路切換弁 (14) の間に接続されている。つまり、バイパス配管 (40) は、膨張機 (23) の入口側と出口側を連通させるバイパス通路を構成している。

【0044】

上記バイパス配管 (40) には、調節弁であるバイパス弁 (41) が設けられている。このバイパス弁 (41) は、いわゆる電子膨張弁により構成されており、パルスモータ等で弁体を回転させることによって開度が可変となっている。バイパス弁 (41) の開度を変更すると、バイパス配管 (40) を流れる冷媒の流量が変化する。また、バイパス弁 (41) を全閉すると、バイパス配管 (40) が遮断状態となって全ての高圧冷媒が膨張機 (23) へ送られる。

【0045】

上記コントローラ (50) は、冷凍サイクルの高圧が所定の目標値となるように、第 2 圧縮機 (22) の容量調節や、バイパス配管 (40) における冷媒の流量調節

を行うように構成されている。具体的に、このコントローラ (50) は、第 2 電動機 (32) へ供給される交流の周波数を調節する動作や、バイパス弁 (41) の開度を調節する動作を行う。また、このコントローラ (50) は、第 1 電動機 (31) へ供給される交流の周波数を調節して第 1 圧縮機 (21) の容量を制御する動作も行う。

【0046】

— 運転動作 —

上記空調機の冷房運転時及び暖房運転時の動作について、図 1 及び図 2 を参照しながら説明する。尚、この説明において、点 A、点 B、点 C、点 D は、何れも図 2 のモリエル線図に示したものを意味する。また、ここでは、第 2 圧縮機 (22) が停止してバイパス弁 (41) が全閉された状態での動作を説明する。このような状態での運転は、蒸発器の出口と放熱器の出口における冷媒の比容積の比と、第 1 圧縮機 (21) と膨張機 (23) の押しのけ容積の比とが一致する運転条件において行われる。

【0047】

《冷房運転》

冷房運転時において、第 1 四路切換弁 (13) 及び第 2 四路切換弁 (14) は、図 1 に実線で示す状態に切り換わる。この状態で第 1 電動機 (31) に通電すると、冷媒回路 (10) で冷媒が循環して冷凍サイクルが行われる。その際、室外熱交換器 (12) が放熱器となり、室内熱交換器 (11) が蒸発器となる。また、冷凍サイクルの高圧 P_H は、冷媒である二酸化炭素の臨界圧力 P_C よりも高く設定されている (図 2 参照)。

【0048】

第 1 圧縮機 (21) からは、点 A の状態の高圧冷媒が吐出される。この高圧冷媒は、第 1 四路切換弁 (13) を通って室外熱交換器 (12) へ流入する。室外熱交換器 (12) において、高圧冷媒は、室外空気へ放熱して圧力が P_H のままでエンタルピが低下し、点 B の状態となる。

【0049】

室外熱交換器 (12) から出た高圧冷媒は、第 2 四路切換弁 (14) を通って膨張

機 (23) へ流入する。膨張機 (23) では、導入された高圧冷媒が膨張し、この高圧冷媒の内部エネルギーが回転動力に変換される。膨張機 (23) での膨張により、高圧冷媒は、圧力とエンタルピが低下して点 C の状態となる。つまり、膨張機 (23) を通過することにより、冷媒の圧力は P_H から P_L にまで低下する。

【0050】

膨張機 (23) から出た圧力 P_L の低圧冷媒は、第 2 四路切換弁 (14) を通って室内熱交換器 (11) へ流入する。室内熱交換器 (11) において、低圧冷媒は、室内空気から吸熱して圧力が P_L のままでエンタルピが上昇し、点 D の状態となる。また、室内熱交換器 (11) では室内空気が低圧冷媒によって冷却され、この冷却された室内空気が室内へ送り返される。

【0051】

室内熱交換器 (11) から出た低圧冷媒は、第 1 四路切換弁 (13) を通って第 1 圧縮機 (21) に吸入される。第 1 圧縮機 (21) へ吸入された冷媒は、圧力 P_H にまで圧縮されて点 A の状態となり、その後第 1 圧縮機 (21) から吐出される。

【0052】

《暖房運転》

暖房運転時において、第 1 四路切換弁 (13) 及び第 2 四路切換弁 (14) は、図 1 に破線で示す状態に切り換わる。この状態で第 1 電動機 (31) に通電すると、冷媒回路 (10) で冷媒が循環して冷凍サイクルが行われる。その際、室内熱交換器 (11) が放熱器となり、室外熱交換器 (12) が蒸発器となる。また、冷凍サイクルの高圧 P_H は、冷房運転時と同様に、冷媒である二酸化炭素の臨界圧力 P_C よりも高く設定されている (図 2 参照)。

【0053】

第 1 圧縮機 (21) からは、点 A の状態の高圧冷媒が吐出される。この高圧冷媒は、第 1 四路切換弁 (13) を通って室内熱交換器 (11) へ流入する。室内熱交換器 (11) において、高圧冷媒は、室内空気へ放熱して圧力が P_H のままでエンタルピが低下し、点 B の状態となる。また、室内熱交換器 (11) では室内空気が高圧冷媒によって加熱され、この加熱された室内空気が室内へ送り返される。

【0054】

室内熱交換器 (11) から出た高圧冷媒は、第 2 四路切換弁 (14) を通って膨張機 (23) へ流入する。膨張機 (23) では、導入された高圧冷媒が膨張し、この高圧冷媒の内部エネルギーが回転動力に変換される。膨張機 (23) での膨張により、高圧冷媒は、圧力とエンタルピが低下して点 C の状態となる。つまり、膨張機 (23) を通過することにより、冷媒の圧力は P_H から P_L にまで低下する。

【0055】

膨張機 (23) から出た圧力 P_L の低圧冷媒は、第 2 四路切換弁 (14) を通って室外熱交換器 (12) へ流入する。室外熱交換器 (12) において、低圧冷媒は、室外空気から吸熱して圧力が P_L のままでエンタルピが上昇し、点 D の状態となる。

【0056】

室外熱交換器 (12) から出た低圧冷媒は、第 1 四路切換弁 (13) を通って第 1 圧縮機 (21) に吸入される。第 1 圧縮機 (21) へ吸入された冷媒は、圧力 P_H にまで圧縮されて点 A の状態となり、その後第 1 圧縮機 (21) から吐出される。

【0057】

—コントローラの動作—

上記コントローラ (50) は、冷凍サイクルの高圧 P_H が所定の目標値となるように、第 2 圧縮機 (22) の容量調節や、バイパス配管 (40) における冷媒の流量調節を行う。

【0058】

このコントローラ (50) には、冷凍サイクルの低圧 P_L の測定値と、放熱器として機能している室外熱交換器 (12) 又は室内熱交換器 (11) の出口における冷媒温度 T の測定値とが入力されている。また、コントローラ (50) には、冷凍サイクルの高圧 P_H の測定値が入力されている。そして、コントローラ (50) は、冷凍サイクルの高圧 P_H の測定値が設定した目標値となるように、第 2 電動機 (32) へ供給される交流の周波数やバイパス弁 (41) の開度を調節する。

【0059】

《目標値の設定》

コントローラ (50) は、入力された低圧 P_L と冷媒温度 T の測定値に基づき、

最適な冷凍サイクルの高圧の値を目標値として設定する。その際、コントローラ (50) は、予め記憶する相関式や数値データのテーブル等を利用することで、冷凍サイクルの高圧の最適値、即ち冷凍サイクルのCOPが最も高くなるような高圧の値を算出し、得られた値を目標値に設定する。そして、コントローラ (50) は、入力された高圧 P_H の測定値と設定した目標値とを比較し、その結果に応じて下記の動作を行う。

【0060】

《高圧 P_H の測定値＝目標値》

高圧 P_H の測定値と目標値が一致している場合、第2圧縮機 (22) の容量やバイパス配管 (40) における冷媒の流量を変更する必要はない。そこで、コントローラ (50) は、第2電動機 (32) へ供給される交流の周波数やバイパス弁 (41) の開度を、そのままの状態に保持する。従って、第2圧縮機 (22) が停止中であれば、第2圧縮機 (22) はそのまま停止状態に保持される。また、バイパス弁 (41) が全閉されていれば、バイパス弁 (41) はそのまま全閉状態に保持される。

【0061】

《高圧 P_H の測定値>目標値》

高圧 P_H の測定値が目標値よりも高い場合において、第1圧縮機 (21) と第2圧縮機 (22) の両方が運転されている状態を仮定すると、第1圧縮機 (21) と第2圧縮機 (22) の押しのけ量の合計値が過大と判断できる。そこで、コントローラ (50) は、第2電動機 (32) へ供給される交流の周波数を低下させ、第2圧縮機 (22) の回転速度を低下させてその押しのけ量を削減する。つまり、コントローラ (50) は、第2圧縮機 (22) の容量を低下させる。

【0062】

第2圧縮機 (22) を停止させても高圧 P_H の測定値が目標値よりも依然として高い場合には、膨張機 (23) の押しのけ量が過小と判断できる。そこで、この場合、コントローラ (50) は、バイパス弁 (41) を開き、膨張機 (23) とバイパス配管 (40) の両方へ冷媒を導入する。つまり、膨張機 (23) だけでなくバイパス配管 (40) でも冷媒を流通させ、冷媒の循環量を確保する。

【0063】

《高圧 P_H の測定値<目標値》

高圧 P_H の測定値が目標値よりも低い場合において、第2圧縮機(22)が停止してバイパス弁(41)が開いている状態を仮定すると、膨張機(23)とバイパス配管(40)での冷媒流量の合計値が過大と判断できる。そこで、コントローラ(50)は、バイパス弁(41)の開度を小さくして、バイパス配管(40)での冷媒流量を削減する。

【0064】

バイパス弁(41)を全閉しても高圧 P_H の測定値が目標値よりも依然として低い場合には、第1圧縮機(21)の押しのけ量が過小と判断できる。そこで、この場合、コントローラ(50)は、第2電動機(32)への給電を開始し、第2圧縮機(22)を起動する。その後、コントローラ(50)は、第2電動機(32)へ供給される交流の周波数を適宜増減し、第2圧縮機(22)の回転速度を変化させてその押しのけ量を調節する。つまり、コントローラ(50)は、第2圧縮機(22)の容量制御を行う。

【0065】

第2圧縮機(22)の回転速度が最大、即ち第2圧縮機(22)が最大容量となっても高圧 P_H の測定値が目標値よりも依然として低い場合には、膨張機(23)の押しのけ量が過大と判断できる。そこで、この場合、コントローラ(50)は、第1電動機(31)へ供給される交流の周波数を低下させ、膨張機(23)の回転速度を低下させてその押しのけ量を削減する。

【0066】

－実施形態1の効果－

本実施形態1の空調機では、その冷媒回路(10)において、膨張機(23)に連結されない第2圧縮機(22)を第1圧縮機(21)と並列に配置している。このため、膨張機(23)に連結された第1圧縮機(21)だけでは押しのけ量が不足するような運転条件においても、第2圧縮機(22)を運転することで押しのけ量の不足分を補うことができ、適切な条件で冷凍サイクルを継続させることができる。

【0067】

ここで、上記空調機において、第2圧縮機(22)が停止してバイパス弁(41)

が閉じた状態で高圧 P_H の測定値が目標値と一致する運転条件から外気温が低下したとする。このとき、冷房運転中であれば、放熱器である室外熱交換器 (12) の出口において、冷媒の状態は、図 3 (a) に示すように、点 B の状態から点 B' の状態へと変化する。つまり、室外熱交換器 (12) の出口における冷媒温度が低下し、冷媒の比容積が小さくなる。また、暖房中であれば、図 3 (b) に示すように、蒸発器である室外熱交換器 (12) における冷媒圧力が P_L から P_L' へと低下する。つまり、冷凍サイクルの低圧が低下し、室外熱交換器 (12) 出口における冷媒の比容積が大きくなる。

【0068】

このように外気温が低下した場合、第 2 圧縮機 (22) を持たない従来の空調機では、膨張機 (23) の上流に設けた膨張弁で冷媒を膨張させ、予め比容積を増大させた冷媒を膨張機 (23) へ導入することにより、圧縮機側と膨張機側とで押しのけ量をバランスさせる必要があった。

【0069】

これに対し、本実施形態では、第 1 圧縮機 (21) と第 2 圧縮機 (22) の両方を運転することで、圧縮機側での押しのけ量を膨張機側での押しのけ量にバランスさせている。このため、冷房中であれば、図 3 (a) に示すように、点 B' の状態の冷媒をそのまま膨張機 (23) へ導入して同図に実線で示す冷凍サイクルを行うことが可能となる。また、暖房中であれば、図 3 (b) に示すように、点 B の状態の冷媒をそのまま膨張機 (23) へ導入して同図に実線で示す冷凍サイクルを行うことが可能となる。

【0070】

つまり、従来であれば冷媒を膨張弁等で予め膨張させてから膨張機 (23) へ流入させなければならなかった運転条件においても、放熱後の高圧冷媒を予め膨張させずに膨張機 (23) へ導入することができ、膨張機 (23) で得られる動力が低下するのを回避できる。従って、本実施形態によれば、運転条件に拘わらず安定した冷凍サイクル動作を可能とした上で、空調機の COP を向上させることができる。

【0071】

一方、上記空調機において、第2圧縮機(22)が停止してバイパス弁(41)が閉じた状態で高圧 P_H の測定値が目標値と一致する運転条件から外気温が上昇したとする。このとき、冷房運転中であれば、放熱器である室外熱交換器(12)の出口において、冷媒の状態は、図4(a)に示すように、点Bの状態から点B'の状態へと変化する。つまり、室外熱交換器(12)の出口における冷媒温度が上昇し、冷媒の比容積が大きくなる。また、暖房中であれば、図4(b)に示すように、蒸発器である室外熱交換器(12)における冷媒圧力が P_L から P_L' へと上昇する。つまり、冷凍サイクルの低圧が上昇し、室外熱交換器(12)出口における冷媒の比容積が小さくなる。

【0072】

このように外気温が上昇した場合、本実施形態では、バイパス弁(41)を開いてバイパス配管(40)へも冷媒を導入することにより、圧縮側と膨張側とで冷媒の体積流量をバランスさせている。そして、冷房運転中であれば、図4(a)に示すように、膨張機(23)を通過した点C'の状態の冷媒と、バイパス弁(41)を通過した点Eの状態の冷媒とが、蒸発器としての室内熱交換器(11)へ流入する。また、暖房運転中であれば、図4(b)に示すように、膨張機(23)を通過した点C'の状態の冷媒と、バイパス弁(41)を通過した点Eの状態の冷媒とが、蒸発器としての室外熱交換器(12)へ流入する。

【0073】

従って、本実施形態によれば、膨張機(23)の押しのけ量だけでは必要な冷媒循環量を確保できない運転条件においても、バイパス配管(40)へ高圧冷媒を導入することで冷媒流量の不足分を補うことができ、適切な条件で冷凍サイクルを継続させることができる。

【0074】

確かに、高圧冷媒の一部をバイパス配管(40)へ導入すると、その分だけ膨張機(23)へ流入する高圧冷媒の量が減少し、膨張機(23)で得られる動力の低下を招く。しかしながら、空調機を設計する際には、最も頻度の高い運転条件で最高のCOPが得られるように圧縮機や膨張機(23)を設計するのが通例であり、バイパス配管(40)へ冷媒を導入しなければならない運転条件となる頻度はさほ

ど高くない。そして、このような頻度の低い運転条件に対しても第2圧縮機(22)の容量制御だけで対応しようとする、電動機(31, 32)でのロスが存在する等の理由から、頻度の高い運転条件における空調機のCOPが却って低下するおそれもある。

【0075】

従って、本実施形態によれば、頻度の低い特殊な運転条件ではバイパス配管(40)へ冷媒を導入することで冷凍サイクルを継続させて空調機の使い勝手を高く保つ一方、頻度の高い通常の運転条件では全ての高圧冷媒を膨張機(23)へ導入することによって高いCOPを得ることができる。

【0076】

【発明の実施の形態2】

本発明の実施形態2は、上記実施形態1において、冷媒回路(10)とコントローラ(50)の構成を変更したものである。ここでは、本実施形態について、上記実施形態1と異なる点を説明する。

【0077】

図5に示すように、本実施形態の冷媒回路(10)では、バイパス配管(40)及びバイパス弁(41)が省略されている。また、それに伴い、本実施形態のコントローラ(50)は、第1圧縮機(21)と第2圧縮機(22)の容量調節だけを行うように構成されている。つまり、このコントローラ(50)は、高圧 P_H の測定値が目標値よりも高ければ、第2電動機(32)の回転速度を低下させて第2圧縮機(22)の容量を削減し、逆に高圧 P_H の測定値が目標値よりも低ければ、第2電動機(32)の回転速度を上昇させて第2圧縮機(22)の容量を増大させる。

【0078】

例えば、空調機の対応すべき運転条件の幅がさほど大きくない場合や、第2圧縮機(22)が高効率を維持したまま幅広い範囲で容量調節可能なものである場合には、本実施形態のようにバイパス配管(40)及びバイパス弁(41)を省略してもよい。

【0079】

【発明の効果】

本発明の冷凍装置では、その冷媒回路 (10) において、膨張機 (23) に連結されない第 2 圧縮機 (22) を第 1 圧縮機 (21) と並列に配置している。このため、膨張機 (23) に連結された第 1 圧縮機 (21) だけでは押しのけ量が不足するような運転条件においても、第 2 圧縮機 (22) を運転することで押しのけ量の不足分を補うことができ、適切な条件で冷凍サイクルを継続させることができる。そして、従来であれば冷媒を膨張弁等で予め膨張させてから膨張機 (23) へ流入させなければならなかった運転条件においても、放熱後の高圧冷媒を予め膨張させずに膨張機 (23) へ導入することができ、膨張機 (23) で得られる動力の低下を回避できる。

【0080】

つまり、本発明によれば、従来であれば適切な条件で冷凍サイクルを継続させるために COP を犠牲にせざるを得なかった運転条件においても、冷凍サイクルを継続させながら同時に COP を高く保つことも可能となる。従って、本発明によれば、運転条件に拘わらず冷凍装置の安定した運転を可能とした上で、冷凍装置の COP を向上させることができる。

【0081】

請求項 3 の発明では、冷媒回路 (10) にバイパス通路 (40) と調節弁 (41) とを設けている。ここで、容量可変の圧縮機については、一般に、その容量の変更可能な範囲に制約が存在する。このため、冷凍装置の使用状況によっては、第 2 圧縮機 (22) の容量調節だけでは適切な条件で冷凍サイクルを継続させることができない運転条件となる場合もある。これに対し、この請求項 3 の発明によれば、バイパス通路 (40) への高圧冷媒の流入量を調節することで、このような運転条件においても安定した冷凍サイクルの継続が可能となる。つまり、膨張機 (23) の押しのけ量だけでは必要な冷媒循環量を確保できない運転条件においても、バイパス通路 (40) へ高圧冷媒を導入することで冷媒質量流量の不足分を補うことができ、適切な条件で冷凍サイクルを継続させることができる。

【0082】

請求項 5 の発明では、第 2 圧縮機 (22) が停止してその容量調節が不能となった場合にだけ、調節弁 (41) を開いてバイパス通路 (40) へ高圧冷媒を導入する

ようにしている。このため、冷媒流入量の減少により膨張機 (23) で得られる動力が低下するような運転状態に陥る頻度を最小限に留めることができ、可能な限り高いCOPを望める状態で冷凍装置を運転することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態 1 における冷媒回路の構成を示す配管系統図である。

【図 2】

実施形態 1 の冷媒回路における冷凍サイクルを示すモリエル線図 (圧力-エンタルピ線図) である。

【図 3】

実施形態 1 の冷媒回路における外気温が低下した場合の冷凍サイクルを示すモリエル線図 (圧力-エンタルピ線図) である。

【図 4】

実施形態 1 の冷媒回路における外気温が上昇した場合の冷凍サイクルを示すモリエル線図 (圧力-エンタルピ線図) である。

【図 5】

実施形態 2 における冷媒回路の構成を示す配管系統図である。

【図 6】

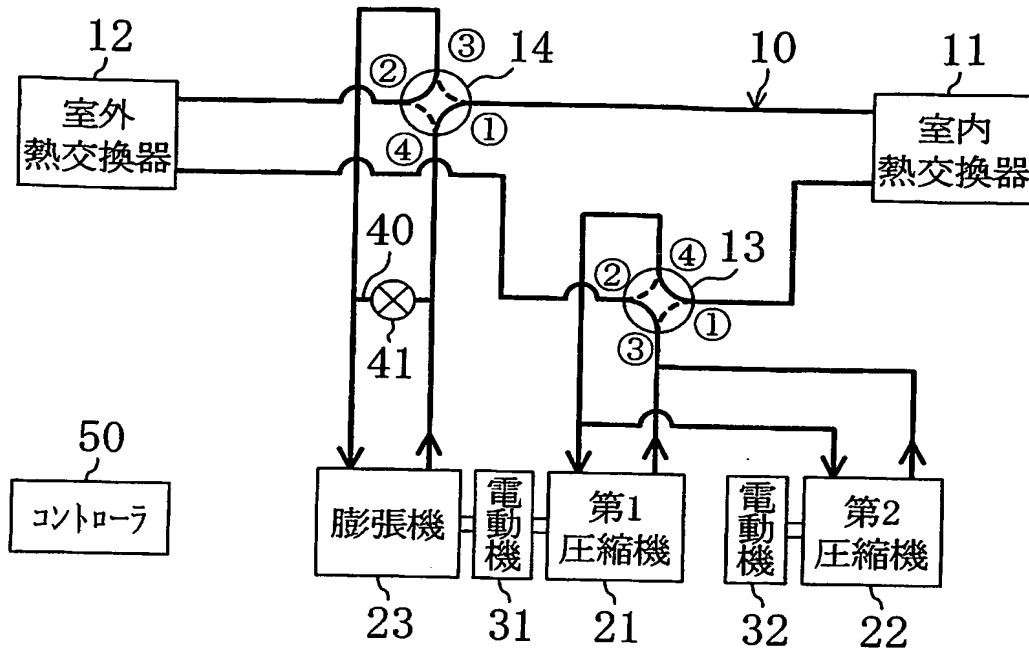
従来の冷凍装置における冷媒蒸発温度と成績係数 (COP) の関係図である。

【符号の説明】

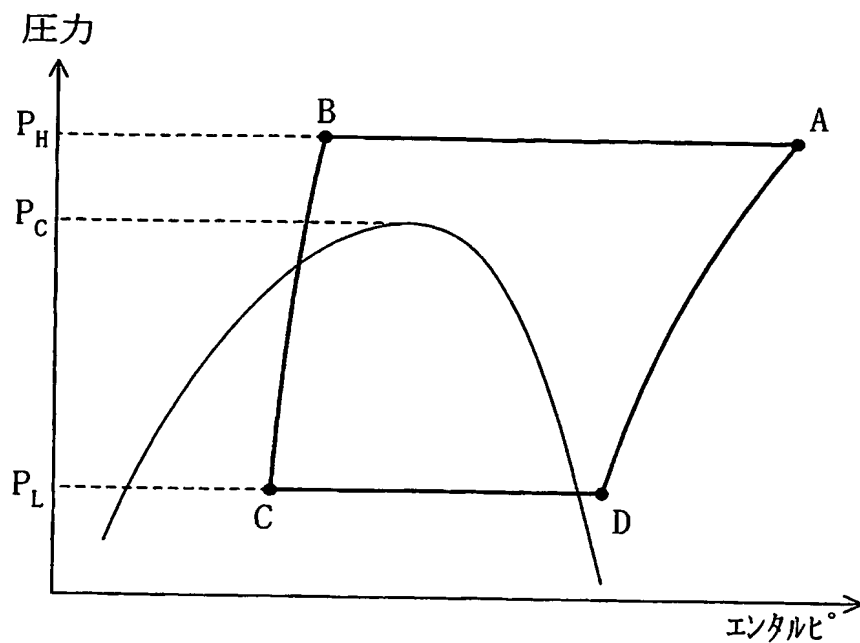
- (10) 冷媒回路
- (21) 第 1 圧縮機
- (22) 第 2 圧縮機
- (23) 膨張機
- (31) 第 1 電動機
- (32) 第 2 電動機
- (40) バイパス配管 (バイパス通路)
- (41) バイパス弁 (調節弁)
- (50) コントローラ (制御手段)

【書類名】 図面

【図 1】

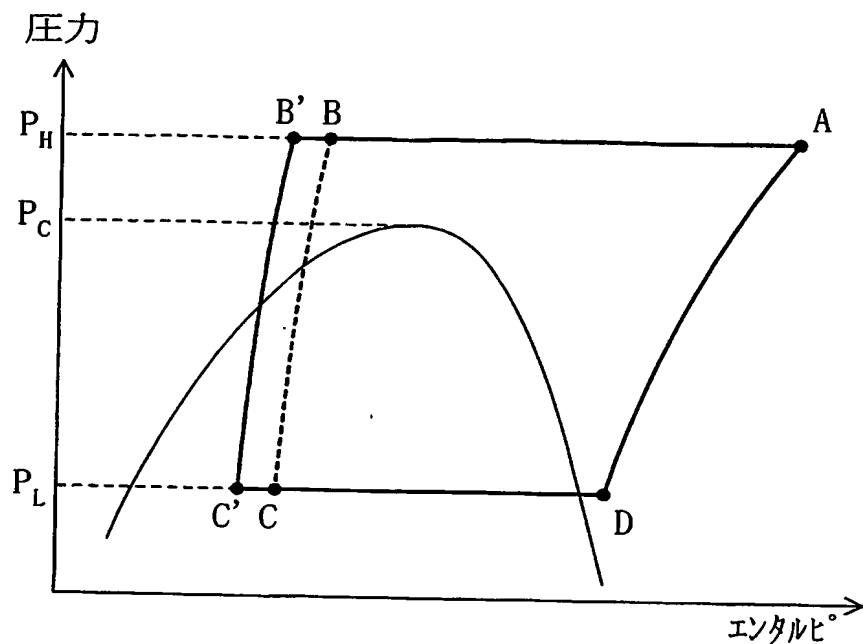


【図 2】

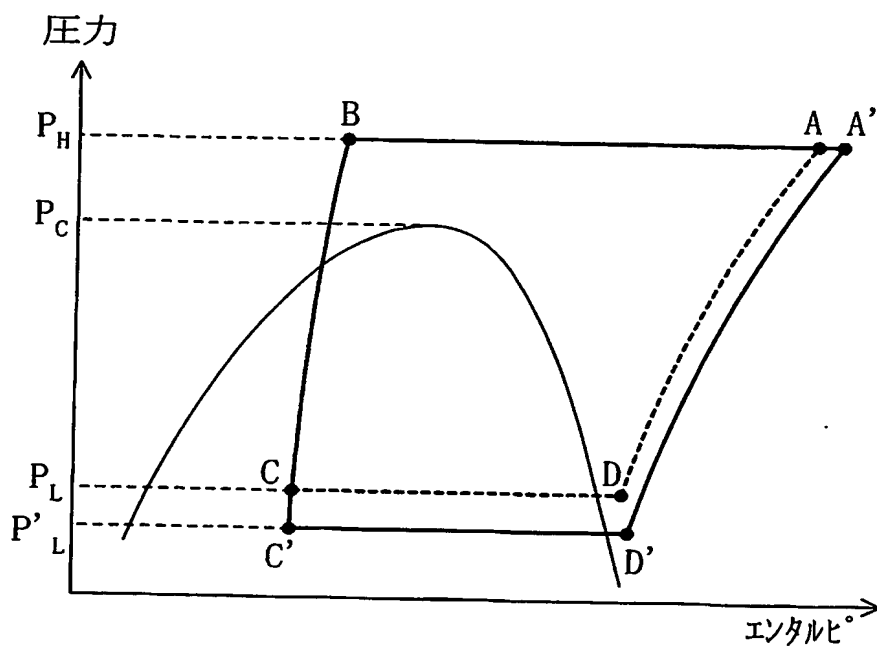


【図3】

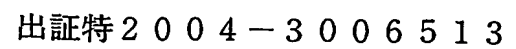
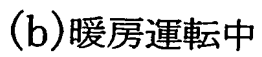
(a) 冷房運転中



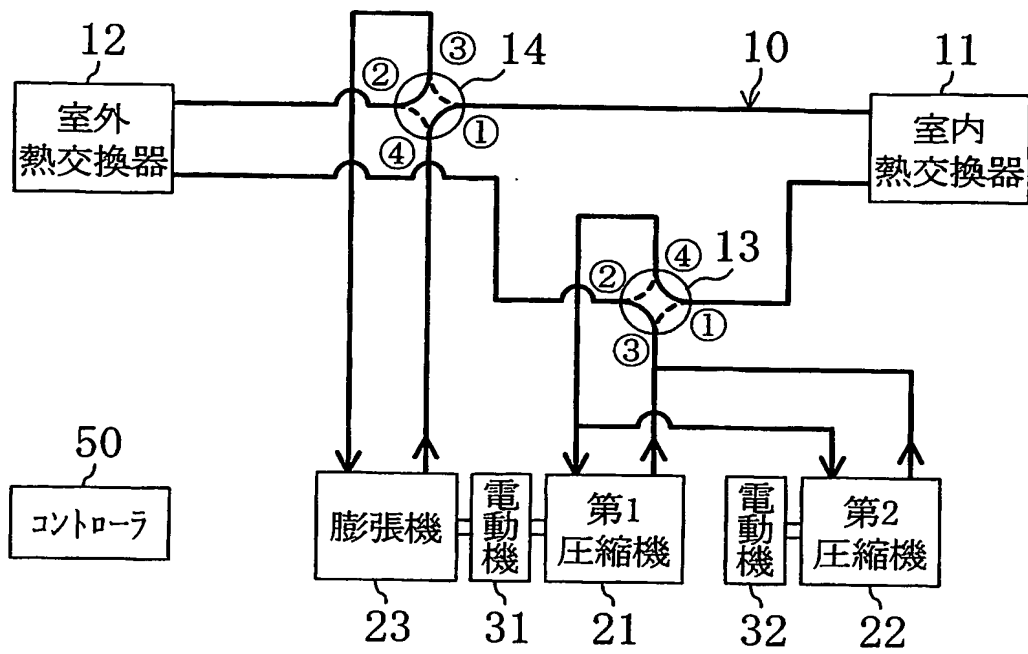
(b) 暖房運転中



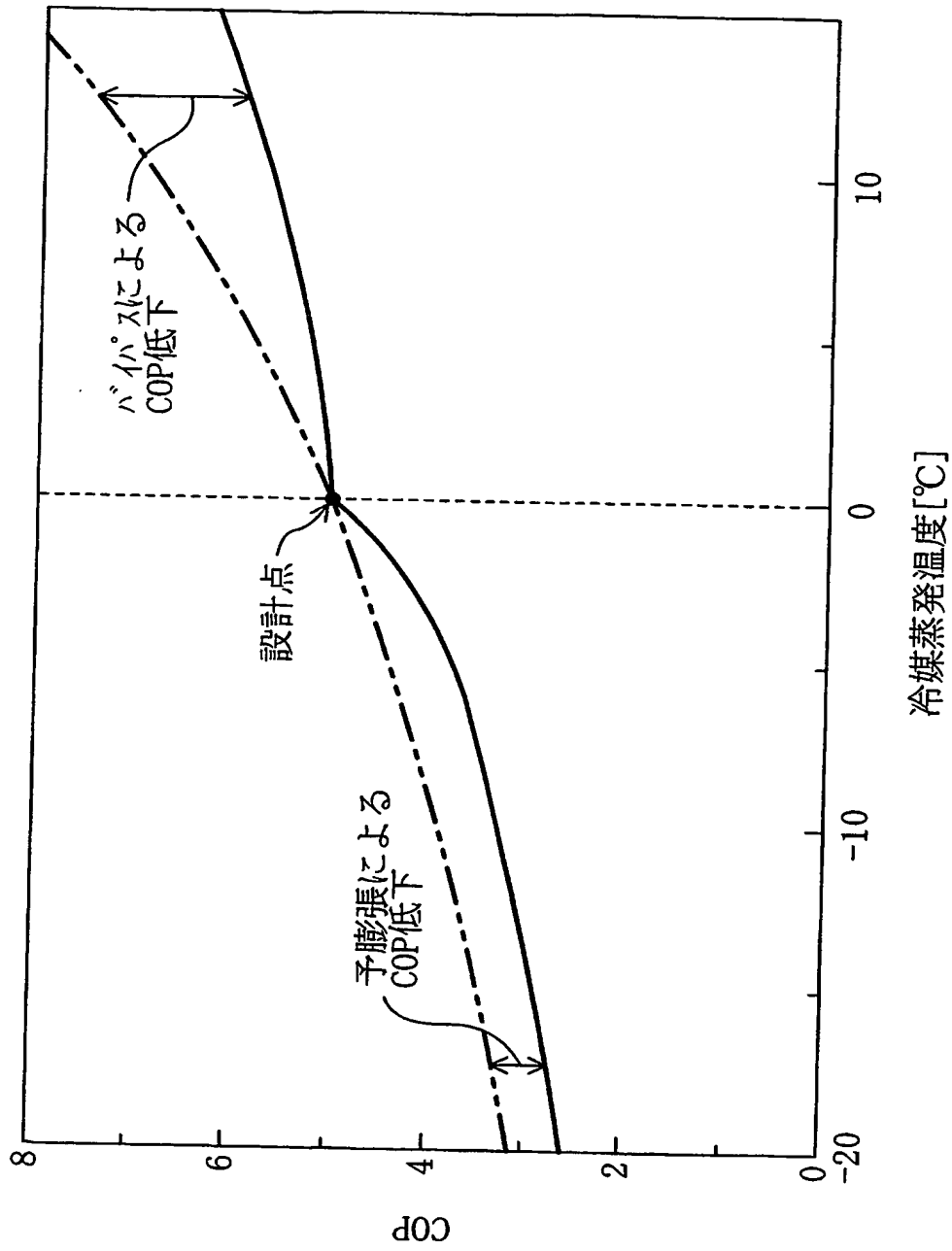
(a)冷房運転中



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 如何なる運転条件においても冷凍装置の運転を可能とした上で、冷凍装置のCOPを向上させる。

【解決手段】 冷凍装置の冷媒回路(10)には、二酸化炭素を冷媒として充填する。冷媒回路(10)では、第1圧縮機(21)と第2圧縮機(22)が並列に配置される。第1圧縮機(21)は、膨張機(23)と第1電動機(31)の両方に連結され、両者によって駆動される。一方、第2圧縮機(22)は、第2電動機(32)だけに連結され、第2電動機(32)によって駆動される。また、冷媒回路(10)には、膨張機(22)をバイパスするバイパス配管(40)を設ける。このバイパス配管(40)には、バイパス弁(41)が設けられる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号

[000002853]

1. 変更年月日

1990年 8月22日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル

氏名

ダイキン工業株式会社